Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool. 66(2): 205-231. 1995

EVALUACIÓN DE LA PESQUERÍA MULTIESPECÍFICA DE CHARALES (*CHIROSTOMA* SPP., PISCES, ATHERINIDAE) DEL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO

MA. DE LOURDES JIMÉNEZ BADILLO *
ADOLFO GRACIA G.**

RESUMEN

Se analiza la pesquería multiespecífica de charales del Lago de Pátzcuaro, México, como gremio, con base en sus características ecológicas equivalentes. A partir de un muestreo realizado con red chinchorro y una periodicidad mensual durante el ciclo 1988-1989 se determinaron los parámetros poblacionales y pesqueros mediante un análisis de frecuencia de tallas. Los parámetros estimados de la curva de crecimiento del género *Chirostoma* fueron $L\infty$=14.25 cm. K=0.179 y t_0=0.444. Las tasas de mortalidad total, natural y por pesca se estimaron en 0.80, 0.42 y 0.38, respectivamente, con una tasa de explotación para la pesquería multiespecífica de 0.475. El patrón de reclutamiento se extiende durante casi todo el año con dos máximos en mayo-agosto y diciembre-enero. El rendimiento óptimo por recluta en las condiciones de la pesquería para 1988-1989 fue de 1.169 g/recluta. Los análisis de simulación sugieren que se efectúa una explotación inadecuada de este recurso y se propone un aumento del tamaño de malla para obtener un rendimiento óptimo por recluta de 1.419 g/recluta.

Palabras clave: pesquería multiespecífica, parámetros poblacionales, gremios de peces, Pátzcuaro.

ABSTRACT

An assessment of the multispecific Atherinidae fish fishery of Lago de Pátzcuaro, Mexico, is done based on their ecological characteristics that conform them as a guild. Sampling was carried monthly using a haul net during an annual cycle (1988-1989). Fishery and population parameters were estimated

* Centro Regional de Investigación Pesquera, INP. Calzada Ibarra 28. Col. Ibarra, 61600 Pátzcuaro, Mich., México.
**Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Apartado postal 70-305, México, D. F. 04510, México.

through length frequency analysis. Growth parameters of *Chirostoma* genus were $L\infty$= 14.25 cm, K= 0.179 and t_0= 0.444. Mortality rates were estimated on 0.80, 0.42 and 0.38 for total, natural and fishing mortality, respectively. Explotation rate for the multiespecific fishery was 0.475. Recruitment is protracted almost all the year with two peaks in May-August and December-January. Optimal yield per recruit of the fishery in 1988-1989 was estimated on 1.169 g per recruit. Simulation analysis suggest that the resource was subutilized and a higher yield per recruit of 1.419 can be achieved if the mesh size is increased.

Key words: multiespecific fishery, population parameters, fish guild, Pátzcuaro.

INTRODUCCIÓN

En el Lago de Pátzcuaro se encuentran cinco especies del género *Chirostoma* que son: *Chirostoma estor* (Jordan, 1879), *Chirostoma grandocule* (Steindachner, 1896), *Chirostoma attenuatum* (Meek, 1902), *Chirostoma patzcuaro* (Meek, 1902), y *Chirostoma humboldtianum* (Von Bayern & Steindachner, 1895). La primera de ellas, conocida comúnmente como pescado blanco, es de importancia tradicional y comercial por su aspecto, sabor y exclusividad; a las demás especies se les conoce como charales. Su explotación constituye una pesquería multiespecífica integrada por especies endémicas que representan el 21.32 % de la producción total del lago y ocupan un segundo lugar después de la producción de carpa (Anónimo, 1988); además constituye una fuente importante de ingresos y alimento para los pescadores ribereños. La pesquería de charales se presenta actualmente como una alternativa ante la importante disminución del pescado blanco que es el que alcanza el mayor valor en el mercado; por lo cual es necesario brindarle atención con la finalidad de establecer medidas regulatorias que permitan explotarla adecuadamente, asegurando su permanencia.

Una característica notoria de estos charales es que presentan problemas de diferenciación taxonómica debido a sus similitudes morfométricas y merísticas, lo que dificulta su determinación. Las claves de identificación (Barbour, 1973) muestran que estas características se traslapan y en ocasiones no son suficientemente discriminantes para separar las diferentes especies.

El problema se complica cuando se sospecha la presencia de híbridos en condiciones naturales (Martín del Campo, 1940; Pérez, 1987; Ledesma, 1990; Oseguera, 1990), propiciada entre otras causas por la presión pesquera, introducción de especies exóticas, programas de extensionismo pesquero, repoblación, etc., sugieren que el aislamiento genético se ha roto, permitiendo el entrecruzamiento, fenómeno que se ve favorecido por el hecho de que estas especies presentan fecundación externa.

Este fenómeno adquiere particular relevancia en el Lago de Pátzcuaro que ha estado sujeto a diversos programas de repoblación a través de los cuales pudieron haberse introducido otras especies del mismo género, tales como *C. humboldtianum* originaria del Valle de México, *C. estor* var. *copandaro* descrita para el lago de Zira-

huén y *C. lucius* originario del lago de Chapala y cuya presencia en este lago ha sido registrada por Alaye (1988); lo cual complica aún más la situación taxonómica para estas especies.

La dificultad para diferenciar las especies, la posibilidad de hibridación y las características ecológicas de las especies de charal, que las caracterizan como un grupo funcional (alto grado de traslape de sus nichos: mismo hábitat, hábitos reproductivos, de alimentación y presiones ecológicas similares), no permiten dar un enfoque específico a la evaluación de la pesquería de charales. Sin embargo, dada la necesidad de evaluar el recurso para poder establecer medidas de regulación que garanticen su preservación, y además el hecho de que constituyen una sola pesquería, con base en sus características ecológicas, las especies de charal fueron analizadas a nivel de género. Con este enfoque, se pretende también evaluar su utilidad como elemento inicial para el manejo de la pesquería multiespecífica de charales.

ÁREA DE ESTUDIO

El Lago de Pátzcuaro (Fig. 1) forma parte del Sistema lagunar Lerma-Santiago. Se localiza entre los 19° 41' - 19° 32' de latitud N y los 101° 32' - 101° 43' de longitud W a una altura de 2035 msnm (Chacón *et al.*, 1991). Presenta una superficie de 92.21 km^2 (Mestre *et al.* 1991). Su máxima profundidad se registra en la parte norte y es de 12 m; la profundidad media es de 4.9 m (Chacón *et al.*, 1991). Actualmente existen cuatro islas: Janitzio, Tecuén, Yunuén y Pacanda.

Una característica esencial de la cuenca es su carácter endorreico, es decir la ausencia de salidas de tipo fluvial, por lo que en ella influyen de manera decisiva las lluvias y la evaporación (De Buen, 1944). El lago se alimenta de numerosas corrientes subterráneas y escurrimientos superficiales torrenciales que aportan en conjunto un volumen de 90 millones de m^3 anuales. Los arroyos Santa Fe y San Miguel descargan directamente al lago. Se estima que actualmente el volumen almacenado en el lago es de aproximadamente 555 millones de m^3 (Mestre *et al.*, 1991).

El clima de la región es de tipo templado, el más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano (García, 1973). La temperatura media anual es de 16.4 °C, los meses más fríos son diciembre y enero y los más cálidos mayo y junio. La precipitación media anual es de 1041.2 mm (Morelos 1987).

Entre las principales actividades productivas realizadas por los habitantes de la cuenca del Lago de Pátzcuaro se pueden citar la pesca, la artesanía y la agricultura.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este estudio se utilizaron los registros biométricos provenientes de muestreos realizados por personal del Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro, Michoacán, de abril de 1988 a marzo de 1989, con una pe-

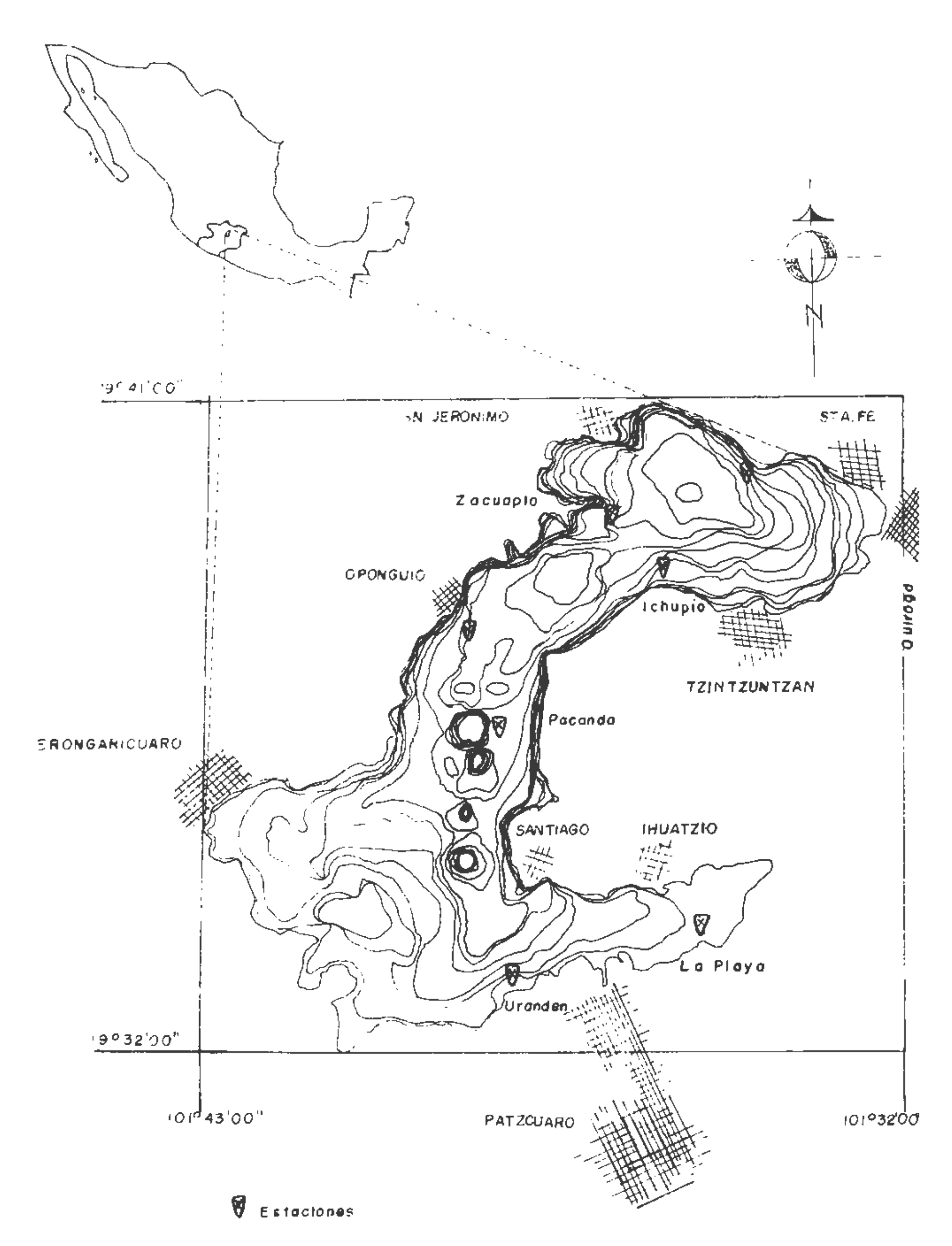


Fig. 1. Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en el Lago de Pátzcuaro, Mich. México.

riodicidad mensual, que abarcaron siete estaciones distribuidas en el Lago de Pátzcuaro (Fig. 1). Los arrastres se realizaron con red chinchorro de 102.6 m de longitud, caída 3.7 m, largo de la bolsa de 6.6 m y luz de malla de 0.7 cm. El muestreo empleado fue de tipo conglomerado, en el que cada conglomerado era una localidad, cada arrastre fue considerado una unidad primaria y los peces individuales obtenidos en un arrastre fueron considerados las unidades elementales; las variables de interés fueron: longitud patrón, peso y sexo; las unidades primarias se seleccionaron de acuerdo a un diseño aleatorio (Fogarty, 1985). El tamaño de muestra mensual, determinado mediante un muestreo piloto, fue de 212 organismos por estación con un nivel de confianza de 75%, empleando como estimador la varianza de la longitud patrón (Cochran, 1977; Wayne, 1979).

Para evitar el posible sesgo que produciría la presencia de *C. estor* (pescado blanco) en los muestreos, dado que su crecimiento es notablemente mayor que el de los charales y su captura más frecuente entre los juveniles, se determinó taxonómicamente a todos los organismos mayores de 9 cm de longitud patrón y se extrajeron los ejemplares que resultaron ser de esta especie. De esta manera el muestreo global anual se redujo a un total de 15 653 organismos. Este proceso también permitió observar la talla máxima que alcanza cada especie y la proporción con que se encuentran, con lo que fue posible estimar una longitud máxima ponderada para el gremio, evitando una sobreestimación de $L\infty$.

Se analizó la relación longitud-peso mediante la linearización de la función, con los datos agrupados por sexo, por localidad y en forma global, con el fin de determinar el tipo de crecimiento y el factor de condición (Bagenal, 1978). Además se obtuvieron los intervalos de confianza del 95 % para las estimaciones de las constantes *a* y *b*.

Se elaboraron cuadros de distribución de frecuencia de tallas (longitud patrón, L.P.) para cada localidad. La talla mínima encontrada en todo el muestreo fue de 1.8 cm y la máxima de 16.7cm de L.P., por lo que se manejaron intervalos de 1.5 a 17cm con clases de 0.5cm. Posteriormente, se reunieron los datos de las siete localidades.

La separación de las cohortes de cada muestra de efectuó mediante el método de Bhattacharya (1967). Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de progresión modal. La estimación de los parámetros de crecimiento se realizó en cuatro métodos. El primero consistió en obtener una referencia del valor esperado para $L\infty$, para lo cual se utilizó el programa FISHPARM que se basa en sistemas no lineales (Prager *et al.* 1987) para el conjunto global de datos. Se aplicó el método de Ford-Walford (1946) para estimar $L\infty$, considerando un incremento de tiempo constante igual a un mes. La estimación de K y t_0 se realizó según el método de von Bertalanffy (1938), con base en las edades iniciales relativas de las cohortes identificadas.

En el segundo método, tras de haber identificado las cohortes y realizado la progresión modal, se aplicó el método de Gulland & Holt (1959). La estimación de t_0 se hizo mediante el método de von Bertalanffy (1938) con el programa LFSA (Length Frequency Stock Assessment) (Sparre, 1987).

En el tercer método, se obtuvo otra estimación de crecimiento directamente de los datos de frecuencia de tallas empleando el método modificado de Wetherall *et*

al. (1987), que es una aplicación especial de la ecuación de Beverton & Holt (1956) para estimar Z (tasa de mortalidad total). Para este análisis se utilizó el programa ELEFAN (Electronic Frequency Analysis) (Gayanilo *et al.*, 1988). El coeficiente de K se obtuvo con la estimación de Z a través de LFSA; t_0 se estimó mediante el ajuste de von Bertalanffy.

El cuarto método, aplicado en el muestreo global, consistió en obtener una $L\infty$ ponderada a partir de la longitud máxima presentada por cada especie y la proporción en que se encontró a cada una de ellas, la cual al dividir entre el nivel de confianza de 0.95 proporcionó una estimación de $L\infty$, que se empleó para estimar K a partir del método de von Bertalanffy. Éste se aplicó en las cuatro cohortes identificadas mediante un análisis de la muestra anual con el método de Bhattacharya (1967). Se emplearon edades relativas y la estimación de t_0 se hizo mediante el ajuste de von Bertalanffy.

Con los valores de $L\infty$, K y t_0 obtenidos en cada método, se procedió a aplicar el modelo de von Bertalanffy (1938) que establece el tamaño del cuerpo del pez como función de la edad. Las curvas de crecimiento fueron comparadas mediante una ø de Munro (1983) y se calcularon los límites de confianza del 95% para las estimaciones de K y $L\infty$.

La estimación de la tasa instantánea de mortalidad total (Z) se realizó también por cuatro métodos: 1) linearización de la captura de cada talla por intervalo de tiempo, 2) curva de captura acumulada derivada del logaritmo de la diferencia entre $L\infty$ y la marca de clase y el logaritmo de la captura acumulada, (Jones & Van Zalinge, 1981), 3) método de Beverton y Holt (1956), a partir de la talla promedio L' donde se supone que la población ya está bajo completa explotación, relacionada con $L\infty$, la talla promedio de los organismos mayores de L' y el valor de K, y 4) método de Wetherall *et al.*, (1987). En todos los casos se calcularon los límites de confianza del 95%. A partir de los cuatro valores calculados se estimó la tasa de mortalidad total media.

Con los valores de las constantes a y b de la curva de captura linearizada, se obtuvo una estimación de los parámetros de selección S_1 y S_2 a partir de los cuales se estimaron las edades y tallas del 25%, 50% y 75% de retención y la talla de primera captura.

Una curva de selección puede ser establecida realizando experimentos que han sido diseñados especialmente para ello; sin embargo, una curva de forma similar se obtiene cuando los peces son reclutados al área de pesca y se usa una malla de abertura muy cerrada a través de la cual los peces no puedan escapar (Sparre, 1989). La curva aquí presentada es sólo una aproximación a la curva de selección real, dado que no se realizó un experimento de selección; no obstante, describe la selección del equipo comercial comúnmente empleado por los pescadores del Lago de Pátzcuaro durante la época en que se realizó el muestreo (1988-1989), que corresponde a una red tipo chinchorro con luz de malla en la bolsa de 0.7 cm. El método empleado en esta evaluación supone que el número de peces en el lago es proporcional al número de organismos capturados.

La tasa instantánea de mortalidad natural (M) se estimó de acuerdo a la relación empírica de la mortalidad natural con la temperatura promedio anual del

agua y los parámetros de crecimiento según Pauly (1983). Otra estimación de M se obtuvo con el método de Rikhter & Efanov (1976) que establece una relación entre la tasa de mortalidad natural y la edad a la cual se considera que el 50% de la población está madura reproductivamente. Con ambos métodos se calculó un valor promedio.

Una vez determinadas Z y M, fue posible estimar el valor de la tasa instantánea de mortalidad por pesca, por simple diferencia. Otra estimación de F por grupo de talla se obtuvo a partir de un análisis de cohortes basado en la talla según Jones (1984). Así también fue posible determinar la tasa de explotación a través de las estimaciones de F y M.

El fundamento del análisis de cohortes radica en considerar que la composición de tallas es representativa de una situación en estado de equilibrio donde el reclutamiento y la mortalidad natural son constantes, de tal manera que el número de organismos capturado puede usarse para calcular la remoción anual debida a mortalidad natural o por pesca, por grupo de tallas, considerando que la pesquería extrae una parte importante de la población. Para simular una condición de equilibrio, es esencial que los datos pertenezcan a un periodo relativamente largo, preferentemente varios años (Sparre, 1989) y que se disponga de información sobre la captura total, a fin de minimizar las fluctuaciones en las clases anuales y las tasas de mortalidad (Jones, 1984).

El presente estudio, se realizó con la información de que se disponía a fin de vislumbrar el comportamiento de la población y evaluar el nivel proporcional de F por grupo de talla, a pesar de que no se tienen las mejores condiciones para la aplicación de este análisis. Se consideró que la estructura presentada por todas las clases de talla capturadas durante un año refleja el comportamiento de una cohorte durante su espacio de vida entera; esto es, la cohorte real fue reemplazada por una seudo-cohorte que se obtuvo formando un sistema de parámetros constantes en equilibrio.

El patrón de reclutamiento se obtuvó mediante el empleo del programa ELEFAN (Pauly & Ingles 1982). La talla de reclutamiento al arte de pesca se consideró 3.73 cm correspondiente a la talla del 25 % de retención y la talla de reclutamiento al territorio de pesca se estimó con base en la talla mínima promedio encontrada por localidad.

Con el fin de obtener una estimación del rendimiento máximo sostenible y de la tasa de mortalidad por pesca óptima se aplicó el modelo de rendimiento por recluta de Beverton & Holt (1957) mediante el programa LFSA (Sparre, 1987, 1989), y con base en los parámetros de crecimiento, de mortalidad y las tallas de primera captura y de reclutamiento.

También se efectuaron simulaciones del comportamiento de las poblaciones a partir de diferentes combinaciones de mortalidad por pesca y talla de primera captura con lo que se construyeron isopletas de rendimiento, para analizar varias alternativas de explotación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación longitud peso

En el cuadro 1 se presentan las relaciones para cada sexo en función de la longitud patrón con los correspondientes intervalos de confianza del 95 % para *a* y *b*. En ambos casos el error estándar es mínimo como lo demuestra el estrecho intervalo de confianza. Se corroboró que el tipo de crecimiento para estos organismos es isométrico.

La relación expresa una diferencia en el crecimiento no significativa ($P>0.05$) para ambos sexos, según lo indica una prueba de hipótesis para comparación de medias.

Cuadro 1. Relación longitud-peso para el género *Chirostoma*, global y por sexo

	Relación longitud-peso	Intervalos de confianza del 95%
Global	$P= 0.00684\ L.\ T^{2.96}$	a [0.0006 0.0143] b [2.9500 2.9690]
Machos	$P= 0.00723\ L.\ T.^{2.95}$	a [0.0035 0.0109] b [2.6900 3.2000]
Hembras	$P= 0.00642\ L.\ T.^{2.99}$	a [0.0046 0.0082] b [2.8600 3.1100]

Estimación de parámetros de crecimiento

En la mayor parte de las localidades se hicieron aparentes tres cohortes por año, y en ocasiones hasta cuatro, al realizar el análisis de progresión modal, tras de haber identificado las cohortes por el método de Bhattacharya (1967). Por otro lado, en el análisis global se identificaron seis cohortes (Fig. 2).

El análisis se enfocó al conjunto total de datos de todas las localidades ya que se considera que las medidas administrativas se aplicarán a la pesquería multiespecífica, al menos mientras no se demuestre un patrón definido de distribución de las diferentes especies, con lo que se puedan establecer zonas de crianza, crecimiento, reproducción, etc.

El análisis de los datos de todas las localidades con el programa FISHPARM proporcionó una estimación de $L\infty$ de 13.59 cm de longitud patrón.

Las longitudes máximas y la proporción encontrada por especie se presentan en el cuadro 2, de donde se obtuvo una longitud máxima ponderada de 12.97 cm que al dividirla entre 0.95 proporcionó una estimación de $L\infty$ de 13.65 cm. De acuerdo a Pauly (1983), pueden obtenerse valores razonables de $L\infty$ a partir de relaciones empíricas como la aquí presentada, donde Lmáx es la longitud del mayor de los ejemplares registrados mediante el adecuado muestreo de un recurso, efectuado de ser posible cuando el nivel de explotación es aún bajo.

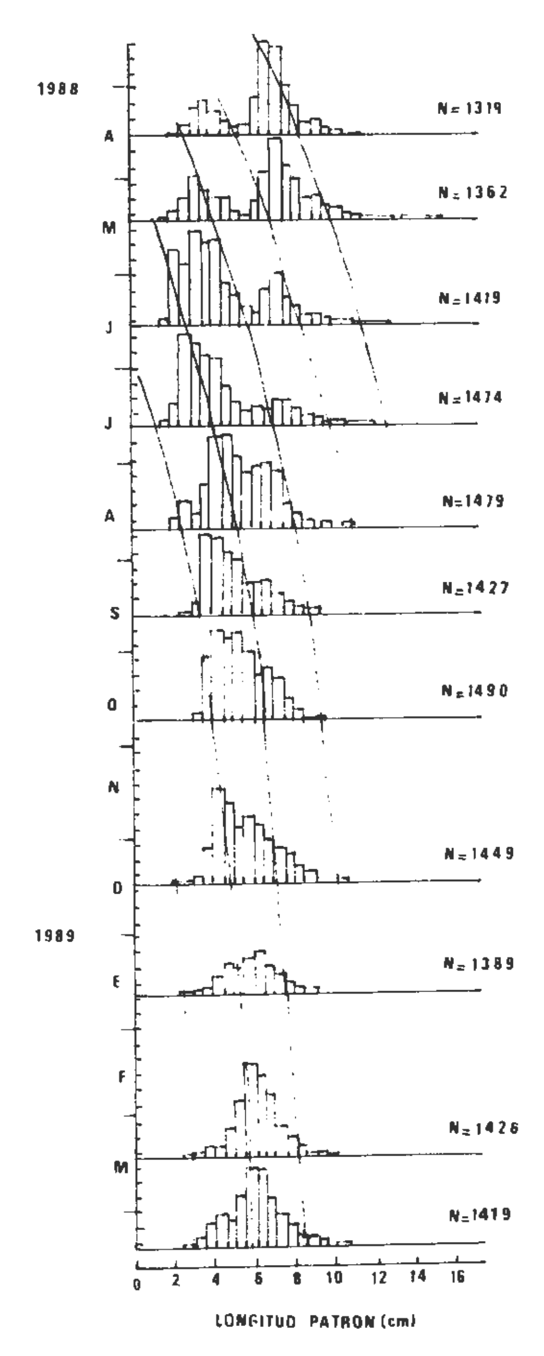


Fig. 2. Estructura de tallas mensual y crecimiento de charales del género *Chirostoma* en el Lago de Pátzcuaro.

Cuadro 2. Longitud máxima, proporción por especie y longitud máxima ponderada para el género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro

Especie	Longitud máxima (cm)	Proporción por especie (%)
Chirostoma grandocule	13.48	56.245
Chirostoma humboldtianum	16.70	15.515
Chirostoma attenuatum	11.19	18.448
Chirostoma patzcuaro	10.89	6.718
Chirostoma estor		1.807
Chirostoma spp.		1.215

Longitud máxima ponderada = 12.97

Es evidente la baja proporción en que se encuentra *C. estor* (pescado blanco), por lo que su influencia en el gremio de los charales se considera despreciable. En la categoría *Chirostoma* spp. se incluyó a los organismos que no pudieron ser determinados taxonómicamente.

Los parámetros de crecimiento obtenidos por los diferentes métodos y comparados mediante la prueba de ø de Munro fueron muy similares (Cuadro 3). Esta prueba permite realizar comparaciones entre las curvas de crecimiento resultantes de la combinación de diferentes parámetros de crecimiento. Dos curvas de crecimiento estimadas para el mismo stock pueden tener el mismo valor de ø y ser muy diferentes (Sparre, 1989). La curva de crecimiento resultante del método de Gulland & Holt (1959) es igual a la obtenida por Wetherall *et al.* (1987) y ambas difieren ligeramente de la estimada por el método de Ford-Walford (1946) (Fig. 3). Con base en los limitados conocimientos que se tienen acerca del comportamiento de estas especies, se decidió elegir la curva estimada por el método de Gulland & Holt (1959), como la más adecuada para describir el crecimiento de estas especies a nivel de género. De acuerdo a la curva, las especies del género *Chirostoma* pueden alcanzar la talla asintótica promedio máxima de 14.25 cm en dos años y medio aproximadamente (Fig. 3). Los organismos presentan un incremento de 2 cm los primeros dos meses de vida y luego disminuye progresivamente hasta alcanzar una talla media de 12.5 cm al año de edad y 14 cm a los dos años aproximadamente; talla en la que el incremento se hace casi imperceptible. La tasa de crecimiento es 0.179 mes^{-1}. Se estima que la edad de "nacimiento", de talla igual 0, es de 0.444 meses. La temporalidad mensual de la tasa de crecimiento se validó mediante experiencias de cultivo en estanques de *C. attenuatum* (De Buen, 1940b; Solórzano, 1961; Morelos, 1987) y *Chirostoma* spp. mantenidos en acuarios (Armijo y Sasso, 1976); estudios sobre crecimiento de híbridos bajo condiciones controladas entre *C. estor* y *C. grandocule* (Pérez, 1990); *C. grandocule* y *C. attenuatum* (Oseguera,

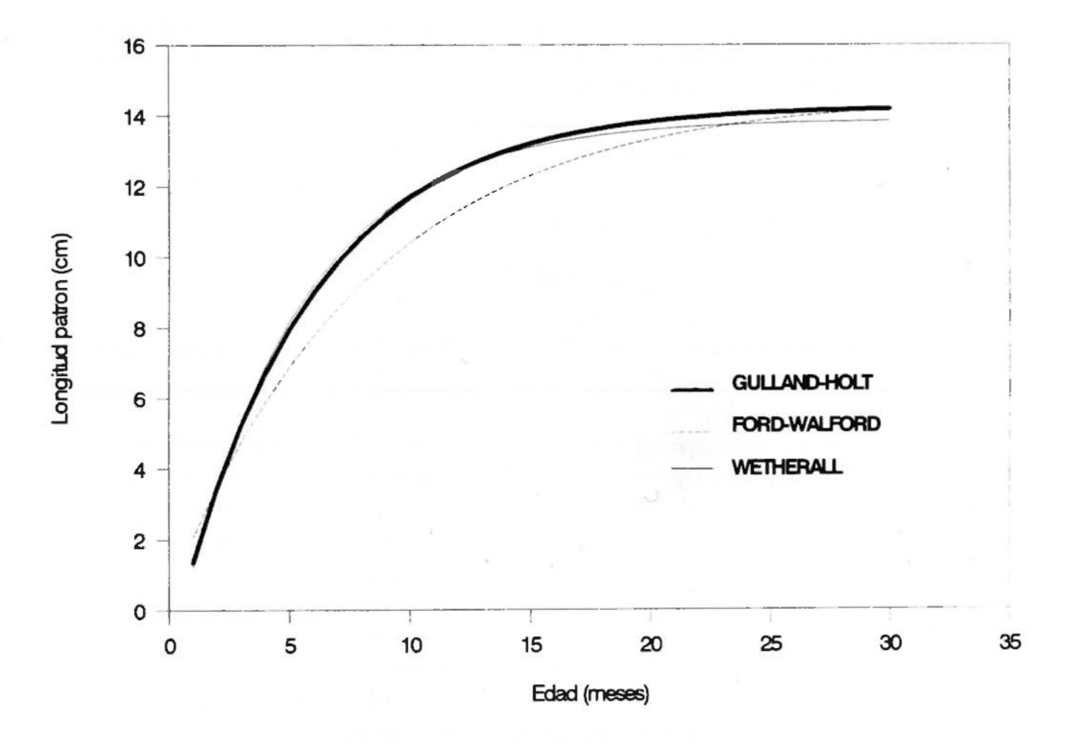


Fig. 3. Curva de crecimiento del género *Chirostoma* estimada por diferentes métodos.

1990); *C. attenuatum* y *C. patzcuaro* (Ledesma, 1990), y trabajos que revelan las épocas de desove para *C. attenuatum, C. patzcuaro* y *C. grandocule* (De Buen, 1940a; Solórzano, 1961; Rosas, 1976; Morelos, 1987; Rauda, 1987; Rojas *et al.*, 1993).

Los únicos antecedentes sobre parámetros de crecimiento de estas especies son el estudio realizado por Morelos (1987) para *C. attenuatum* y el realizado por Rojas *et al.* (1993) para *C. grandocule* (Cuadro 4). En ambos trabajos el valor de $L\infty$ está subestimado debido a la escasa representación de organismos de tallas grandes en los muestreos examinados. Esta aseveración se fundamenta en la observación de los organismos determinados taxonómicamente, entre los que se encontraron representantes de estas especies de hasta 11 y 13 cm de longitud patrón, lo que indica que estos organismos pueden alcanzar tallas mayores que las registradas. Las estimaciones de K son muy similares y concuerdan con la obtenida en el presente estudio. Téllez (1983) y Flores (1985) realizan un estudio para *C. humboldtianum* en el embalse Huapango del Edo. de México, donde demuestran que esta especie es la que alcanza las mayores tallas. Las estimaciones de ø para los parámetros de las diferentes especies fueron similares al valor obtenido para los parámetros a nivel de género, verificando con ello la validez de la curva obtenida.

Cuadro 3. Ecuaciones que describen el crecimiento del género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro, obtenidas por diferentes métodos y evaluadas a través de ø. Se presentan los intervalos de confianza del 95% para L∞ y K

Método	Ecuación de crecimiento	Intervalos de confianza		ø
		L∞	K	
Ford-Walford	$L(t) = 14.54(1-e^{-0.122(t+0.251)})$			3.25
Wetherall *et al.*	$L(t) = 13.88(1-e^{-0.199(t-0.537)})$			3.64
Gulland & Holt	$L(t) = 14.25(1-e^{-0.179(t-0.444)})$	(11.10, 17.39)	(0.11, 0.24)	3.59

Cierto es que el comportamiento poblacional de cada especie puede ser diferente y de hecho se piensa que *C. attenuatum* y *C. patzcuaro* tienen un crecimiento más acelerado y que alcanzan una talla máxima menor que *C. grandocule* y *C. humboldtianum*, por lo que se estima que el valor de K a nivel individual debe ser ligeramente mayor que el aquí estimado y el valor de L∞ menor para estas especies. No obstante, el intervalo de confianza señalado para L∞ (Cuadro 3), abarca las tallas máximas que pueden alcanzar cada una de las especies, por tanto, este valor se considera representativo a nivel de género. Las estimaciones de K por especie deberán encontrarse dentro del intervalo de confianza señalado para este parámetro. En virtud de que *C. grandocule* es la especie de mayor abundancia (Cuadro 2), se considera que la curva de crecimiento a nivel de género está determinada en gran medida por el comportamiento de esta especie. *C. humboldtianum* influye de manera decisiva en la estimación de L∞, por sus tallas mayores.

Cuadro 4. Estimación de los parámetros de crecimiento de algunas especies del género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro y del embalse Huapango del Edo. de México (*), por diferentes autores. Comparación de los mismos a través de la ø de Munro

Especie	Parámetros de crecimiento			Autor	ø
	L∞	K	to		
C. attenuatum	8.875	0.2041	3.174	Morelos, 1987	2.7
C. grandocule	9.395	0.1751	0.559	Rojas *et al*, 1993	2.7
* *C. humboldtianum*	17.360	0.1590	-0.791	Téllez, 1983	3.8
* *C. humboldtianum*	19.770	0.1070	0.593	Flores, 1985	3.7
C. estor	34.680	0.2936	-1.537	Herrera, 1979	5.8
C. estor	43.000	0.1950	-0.890	García de León, 1985	5.8

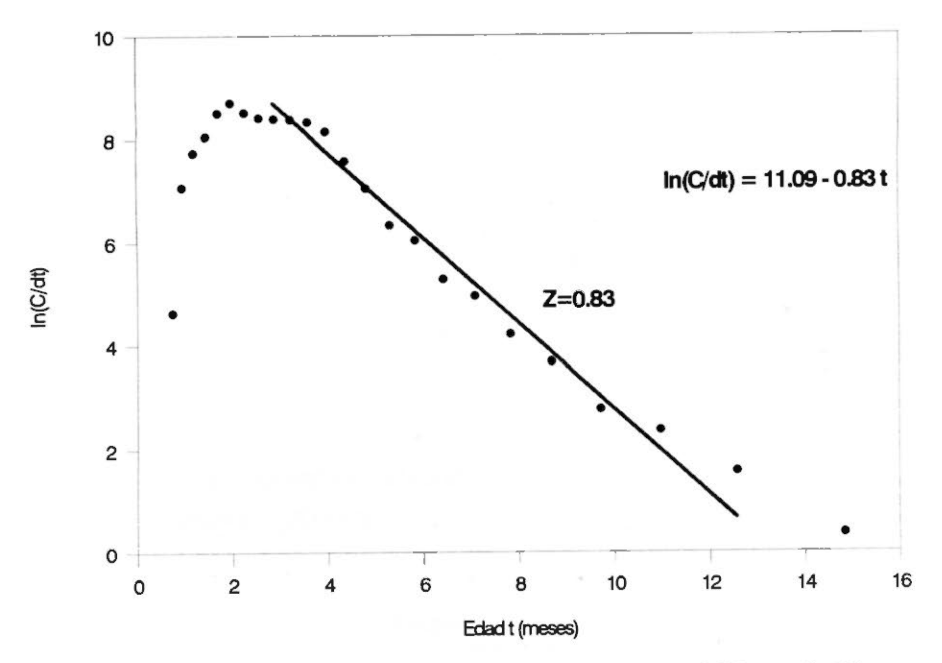


Fig. 4. Curva de captura linearizada para el género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro, Mich., México.

Estimación de tasas de mortalidad

La curva de captura linearizada (Fig. 4) se construyó bajo el supuesto de que la frecuencia de organismos del género *Chirostoma* encontrada para cada intervalo de talla, es representativa del número de sobrevivientes a lo largo de un ciclo anual en el Lago de Pátzcuaro. Sparre (1989) señala que si la captura total de una población de peces es desconocida pero se cuenta con un muestreo anual, puede emplearse esta información para la construcción de una curva de captura linearizada mediante la cual se puede estimar Z, en cuyo caso hablamos de una seudo-cohorte, dado que se está trabajando con datos a partir de un año, considerando que éstos representan una cohorte durante todo su espacio de vida.

La pendiente de la curva de captura puede usarse para una estimación no sesgada de la tasa de sobrevivencia, si el incremento absoluto en talla media de los peces entre edades sucesivas es uniforme sobre un intervalo de edades (Ricker 1975). Esta condición se cumple para el intervalo de tallas de 5.5 a 13 cm de longitud patrón, por lo cual se empleó en el análisis de regresión para estimar Z a través de la pendiente. Se consideró también que los peces de tallas más pequeñas de 5.5 cm aún no están bajo completa explotación porque son muy pequeños para ser capturados eficientemente por el arte de pesca. Por otra parte, los peces mayores de 13 cm que se aproximan a $L\infty$, son frecuentemente más grandes porque crecen más rápido, aunque no necesariamente porque sean más viejos, esto significa

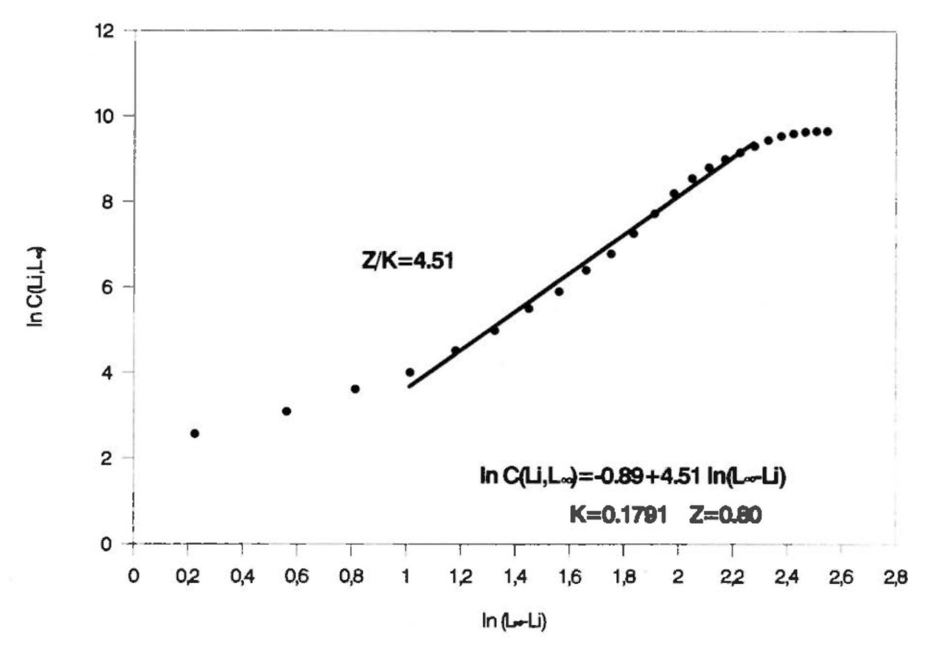


Fig. 5. Curva de captura acumulada (método de Jones y Van Zalinge, 1981) para el género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro.

que la relación entre edad y talla se vuelve incierta conforme la talla se aproxima a L∞, por lo tanto las clases que caen fuera del intervalo elegido no pueden ser empleadas para la estimación de Z puesto que provocarían un sesgo en la estimación.

A partir de la pendiente de la ecuación resultante, se obtuvo una primera estimación de la tasa de mortalidad total (Z) cuyo intervalo de confianza y coeficiente de determinación de la recta se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Estimación de la tasa de Mortalidad total (Z) para el género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro por diferentes métodos

Método	Tasa de mortalidad total (Z)	Intervalos de confianza 95%		Coeficiente de determinación
Curva de captura linearizada	0.83	(0.75	0.92)	0.98
Jones y van Zalinge	0.80	(0.76	0.85)	0.99
Beverton y Holt	0.81			
Wetherall *et al.*	0.78			0.83
Promedio	0.80			

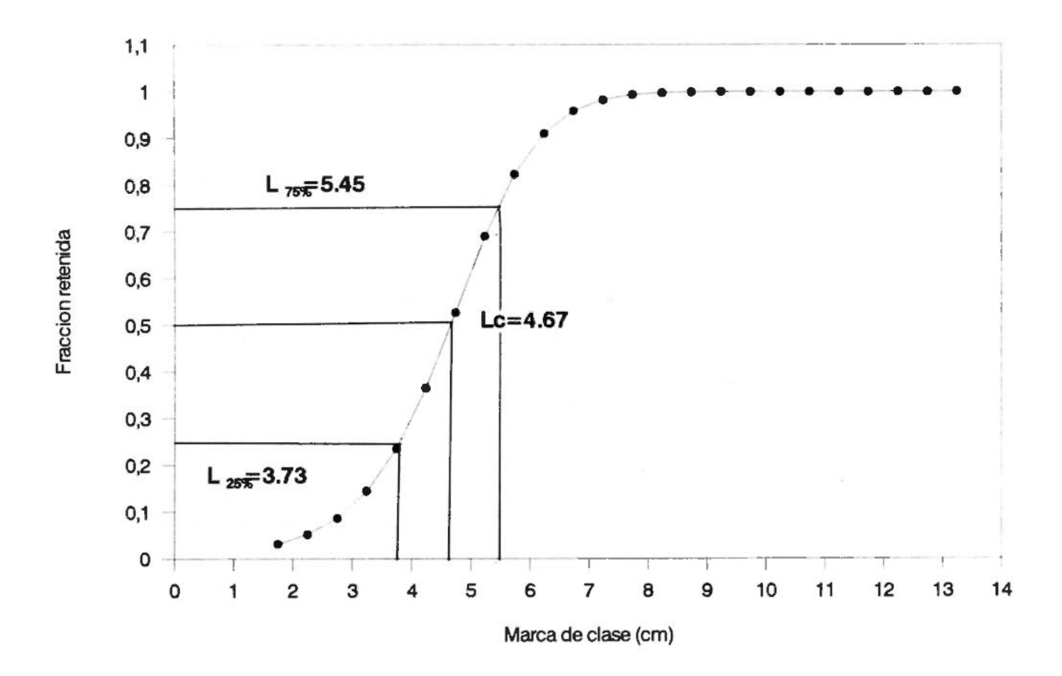


Fig. 6. Curva de selectividad del género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro.

El modelo de curva de captura supone que la tasa de mortalidad es similar para todos los grupos de edad, además está basado en el supuesto de un sistema de parámetros constante (reclutamiento, F y M), con lo cual el número de sobrevivientes y el número de organismos capturados podrían ser proporcionalmente el mismo para todas las cohortes.

Otra de las consideraciones en que se basa la curva de captura es que el incremento del tiempo es constante. Cuando esta condición no se cumple se aplica el modelo de Jones & Van Zalinge (1981), quienes propusieron una curva de captura acumulada con el fin de lograr la linearización de la ecuación original. La curva de captura acumulada basada en los mismos datos de captura (Fig. 5) ofrece una pendiente igual a Z/K, donde K es la constante de la ecuación de von Bertalanffy cuyo valor se estimó en 0.1791, por lo que Z=0.80. El intervalo de confianza correspondiente y coeficiente de determinación se presentan en la Cuadro 5.

Los resultados derivados de la curva de captura permitieron realizar un análisis de selección mediante el método de Sparre (1989) y obtener las tallas de retención de 25%, 50% y 75% (Fig. 6). La talla de reclutamiento al arte de pesca se considera igual a 3.73 cm ($L_{25\%}$). La talla de primera captura quedó determinada en 4.66 cm de longitud patrón, lo que marca el comienzo de la fase explo-

tada. El intervalo de selección calculado ($L_{25\%}$-$L_{75\%}$) indica que ésta ocurre en un intervalo pequeño y actúa principalmente sobre los juveniles de tallas entre 3.73 a 5.45 cm, lo que indica que una gran proporción de organismos son capturados antes de que realicen su primer desove. Esto se fundamenta en la talla de primera madurez mayor de 6.30 cm que señalan De Buen (1940b), Solórzano (1961), Morelos (1987) y Rojas *et al.* (1993) para *C. attenuatum* y *C. grandocule*, mientras que Téllez (1983) y Flores (1985) mencionan una talla mínima de 7.20 cm para *C. humboldtianum*. En la curva de selección se hace aparente que desde la talla de 1.75 cm hasta los 4.66 de longitud patrón más de 50 % de los organismos escapan de la red, después de esta talla y hasta los 7.5 cm menos de 50 % escapan de la red y después de esta talla, cuando la mayoría de los organismos ha alcanzado su primera madurez, una alta proporción de peces son retenidos por la red, con lo cual se puede afectar la posibilidad de recuperación de la población, ya que se reduce el número de reproductores. No obstante, es conveniente señalar la presencia de algunos organismos precoces que alcanzan su madurez sexual desde los 5.5 cm, cuyo aporte al potencial reproductivo de la población no se conoce con exactitud pero que podrían representar una alternativa para la reproducción bajo condiciones de explotación rigurosa.

Otra estimación alternativa de Z se obtuvo mediante el método de Beverton y Holt (1956), para lo cual se consideró una talla de L'= 5.5 cm, que como se muestra en la curva de selectividad, tiene un 80% de retención en la red y se puede considerar bajo completa explotación. La estimación de Z se muestra en el Cuadro 5.

Por último, se compararon las tres estimaciones de Z con la obtenida a partir del método de Wetherall *et al.* (1987) (Cuadro 5). Se puede apreciar que la variación entre los diferentes valores estimados de Z es mínima y todos se ubican dentro de los intervalos de confianza de 95%. Con base en esto se consideró conveniente establecer la tasa de mortalidad total en función del promedio que fue igual a 0.80.

La tasa de sobrevivencia anual derivada de esta estimación de Z=0.8, fué de 0.45. Es decir, el 45% de los organismos presentes al inicio del año estará vivo y habrá muerto 55 % de éstos. De esta tasa de mortalidad, 26.15 % muere anualmente debido a la pesca y 28.91 % muere debido a causas naturales. Al parecer la mayor mortalidad se presenta debido a causas naturales, más que por pesca (Fig. 7). Para la estimación de éstas tasas anuales de mortalidad por pesca y natural, fue necesario descomponer la tasa de mortalidad total en sus dos componentes. Es cierto que una separación precisa de la mortalidad por pesca y natural permanece inaccesible, y aún es uno de los problemas centrales de la evaluación de recursos pesqueros (Cushing 1981). La mortalidad natural estimada mediante el método de Pauly (1983) con base en la relación empírica entre el crecimiento en longitud y una temperatura promedio de 19 °C obtenida durante los muestreos, proporcionó un valor de M=0.5 (Cuadro 6). No existen registros de la estimación de M para otras especies relacionadas con las aquí presentadas.

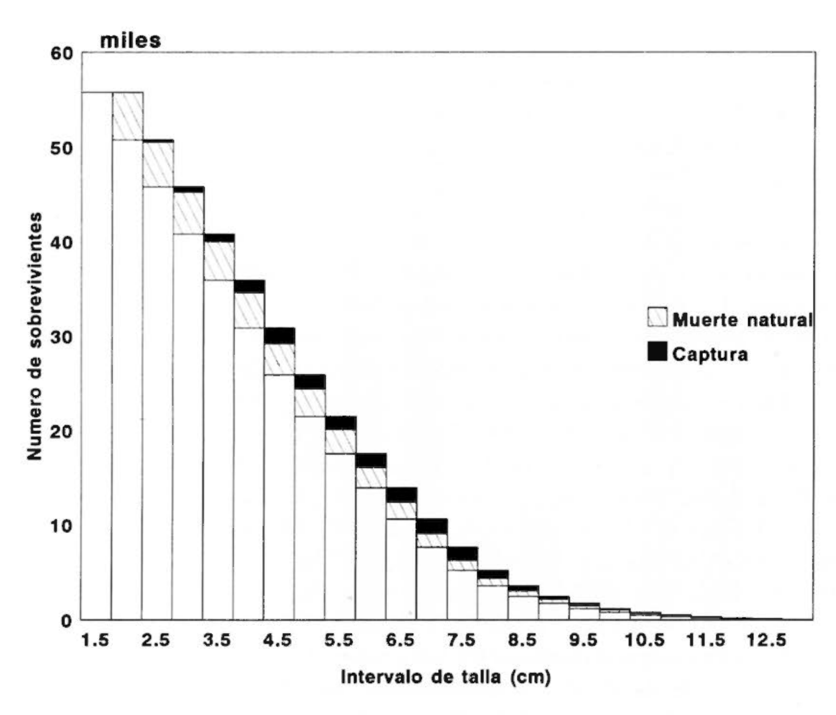


Fig. 7. Comportamiento de la población del género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro expuesta a una mortalidad total Z= 0.80, por pesca F=0.38 y natural M= 0.42.

Cuadro 6. Estimaciones de la Tasa de Mortalidad natural (M) para el género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro, por diferentes métodos.

Método	Tasa de mortalidad natural (M)
Pauly (1983)	0.50
Rikhter & Efanov (1976)	0.34
Promedio	0.42

También se aplicó el método de Rikhter & Efanov (1976) que se basa en la edad a la que el 50% de la población es madura reproductivamente. Ésta se consideró como 4.65 meses, correspondiente a una talla de 7.55 cm que según Rojas *et al.* (1993) es la talla promedio de primera madurez para *C. grandocule*, el cual representa la mayor proporción de las especies en el grupo; además de coincidir con las estimaciones de otros autores para *C. attenuatum* y *C. humboldtianum*. De esta manera se obtuvo una estimación de M de 0.34 (Cuadro 6). Ambos métodos son proximales y es probable que exista un sesgo positivo en el primer caso y un

sesgo negativo en el segundo como se ha observado en especies de camarón (Gracia, 1989), por lo que se procedió a estimar el valor promedio quedando determinada la tasa de mortalidad natural como igual a 0.42, la cual refleja las interacciones de las diferentes especies, por una parte, influenciada por la abundancia relativa de cada una de ellas, y por otra, por los factores ambientales. Debe considerarse que la probabilidad de que M presente variaciones es obvia, ya que el valor de mortalidad natural no es estable y depende en gran medida de diferentes variables del ecosistema (variaciones estacionales y cíclicas en parámetros ambientales, fluctuaciones de la abundancia de depredadores, variaciones poblacionales en los patrones de distribución, agregación y migración, etc.) y por supuesto de la forma de explotación a que está sujeta la población (Gracia, 1989).

La estimación de la tasa de mortalidad por pesca obtenida por simple diferencia, proporcionó un valor de 0.38 (Cuadro 7), similar al valor promedio de F (0.368) para organismos mayores de 5.50 cm obtenido a partir del análisis de cohortes. De éste análisis se obtuvo también una estimación de la tasa de mortalidad por pesca (F) y total (Z) por intervalo de talla. El valor máximo de F fué de 0.54, correspondiente al intervalo de talla de 7.00 a 7.50 cm. Se hace evidente que en las primeras tallas la mortalidad por pesca es mínima, ésta se va incrementando a medida que la población crece y después desciende para incrementarse nuevamente hasta llegar a dominar en los grupos de tallas mayores.

Con los valores de Z, M y F se estimó la tasa de explotación que fué 0.475 (Cuadro 7), cercana al valor definido como óptimo de E=0.5 con base en la ecuación de Gulland (1971), lo que sugirió que bajo éstas condiciones la pesquería aún no alcanzaba el rendimiento máximo sostenible.

Cuadro 7. Tasa de mortalidad estimada para el género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro

Tasa de mortalidad total (Z)	0.80
Tasa de mortalidad natural (M)	0.42
Tasa de mortalidad por pesca (F)	0.38
Tasa de explotación (E)	0.475

Es importante resaltar que la mortalidad total presenta variaciones estacionales e interanuales y no actúa con la misma intensidad para todas las edades, como se supone en los métodos empleados, por lo general los individuos más jóvenes están sujetos a una mortalidad muy alta por depredación o competencia y a una mortalidad menor por pesca ya sea porque no hayan emigrado aún al territorio de pesca o porque escapan a la red; los individuos más grandes presentan una probabilidad mayor de mortalidad por pesca. Bajo estas condiciones el supuesto de una mortalidad constante no se cumple para todas las edades y periodos estacionales; sin embargo, para los fines de este estudio es conveniente considerarla como constante.

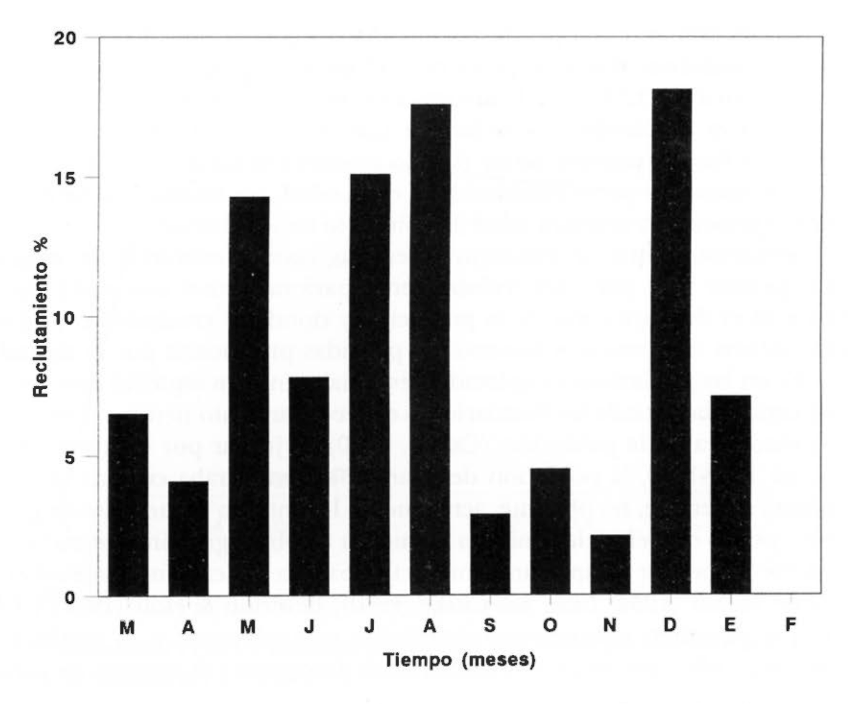


Fig. 8. Patrón de reclutamiento anual del género *Chirostoma* en el Lago de Pátzcuaro.

Patrón de reclutamiento

Con base en el análisis de distribución de tallas se observan dos grupos normalmente distribuidos (Fig. 8), uno más marcado que el otro, que biológicamente pueden interpretarse como la existencia de dos eventos de reclutamiento por año; uno de mayor magnitud que se presenta de mayo a agosto y otro de menor duración de diciembre a enero, lo cual parece corresponder con las épocas de desove señaladas por diferentes autores (De Buen, 1940a, Solórzano, 1961, Rosas, 1976, Anónimo, 1982, Morelos, 1987, Rauda, 1987, Rojas *et al.*, 1993) para *C. attenuatum*, *C. patzcuaro* y *C. grandocule*, que aunque diferentes entre sí, parecen coincidir en señalar una época de desove de febrero a junio y una probable de diciembre a enero. No obstante, son necesarios más estudios sobre aspectos reproductivos de estas especies ya que los existentes aún son muy variables e incompletos, por lo que se requiere contar con mayor información sobre la magnitud relativa de los desoves y el número de veces que éste ocurre por especie. De confirmarse estos dos periodos de desove podría pensarse que los organismos que nacen de febrero a junio producen el pulso de reclutamiento notorio en el periodo de mayo a agosto y los que nacen de diciembre a enero producen el segundo pulso; esto considerando que la edad de reclutamiento al área de pesca es 1.32 meses corres-

pondiente a la talla mínima promedio encontrada por localidad de 2.07 cm y la edad de reclutamiento al arte de pesca de 2.13 meses correspondiente a la talla de 25 % de retención (3.73 cm). Estos criterios para establecer la edad de reclutamiento fueron empleados en virtud de que, como señala Ricker (1975), las clases anuales fuertes pueden variar de año en año y si no se conoce la variabilidad en el número de peces establecido a cada edad, no siempre es fácil decidir que edad representa la primera edad de completo reclutamiento.

Las poblaciones que se encuentran en sus niveles máximos de equilibrio suelen depender muy poco del reclutamiento para mantener este nivel que normalmente es el de saturación de la población y donde el crecimiento y el reclutamiento deben compensar solamente las pérdidas producidas por la mortalidad natural. Es en las poblaciones explotadas, especialmente en aquéllas que son fuertemente explotadas, donde las fluctuaciones del reclutamiento tienen un gran efecto sobre la dinámica de la población (Csirke, 1980). A juzgar por los resultados obtenidos, en 1988-1989, la población de charales se encontraba cercana al máximo rendimiento sostenible, no obstante, actualmente ha entrado en una fase de gran explotación, por lo que el reclutamiento comienza a cobrar gran importancia. Es recomendable comenzar a capturar información para la aplicación de métodos tales como el de Ricker (1954; 1958: *fide* Csirke, 1980), Beverton & Holt (1957) y Gracia (1991), que permiten obtener una estimación más adecuada a la realidad estableciendo para ello, una relación entre el stock desovante y el número de reclutas.

Rendimiento por recluta

El modelo de Beverton & Holt (1957) de rendimiento por recluta, cuya interpretación se refiere a la biomasa promedio que aporta cada individuo que se incorpora a la población susceptible de ser capturada; al ser aplicado en el presente estudio proporcionó la curva de rendimiento que se muestra en la figura 9. En esta se puede apreciar que el rendimiento por recluta (Y/R) aumenta con rapidez con los primeros incrementos de la mortalidad por pesca (F), hasta llegar al máximo rendimiento sostenible de 1.169 gramos/recluta cuando F=0.574 considerado como el valor óptimo (FRMS). Luego comienza a disminuir lentamente conforme F se incrementa, acercándose a un valor límite de Y/R igual al peso promedio que tiene cada recluta cuando alcanza la talla de primera captura (0.983 g). Por otra parte, la curva de biomasa por recluta (B/R) que se refiere a la biomasa de peces de talla L_c y más viejos y que decrece conforme incrementa F, permite apreciar que la biomasa correspondiente al nivel óptimo de F es sólo 20% de la biomasa de la población virgen.

El efecto de variar la talla de primera captura y la tasa de mortalidad por pesca se refleja en el rendimiento por recluta proporcionado por diferentes combinaciones de dichos parámetros. Las isopletas de rendimiento calculadas varían desde 0.900 hasta 1.400 g/recluta en función de diferentes tallas de primera captura y diferentes tasas de mortalidad por pesca (Fig. 10).

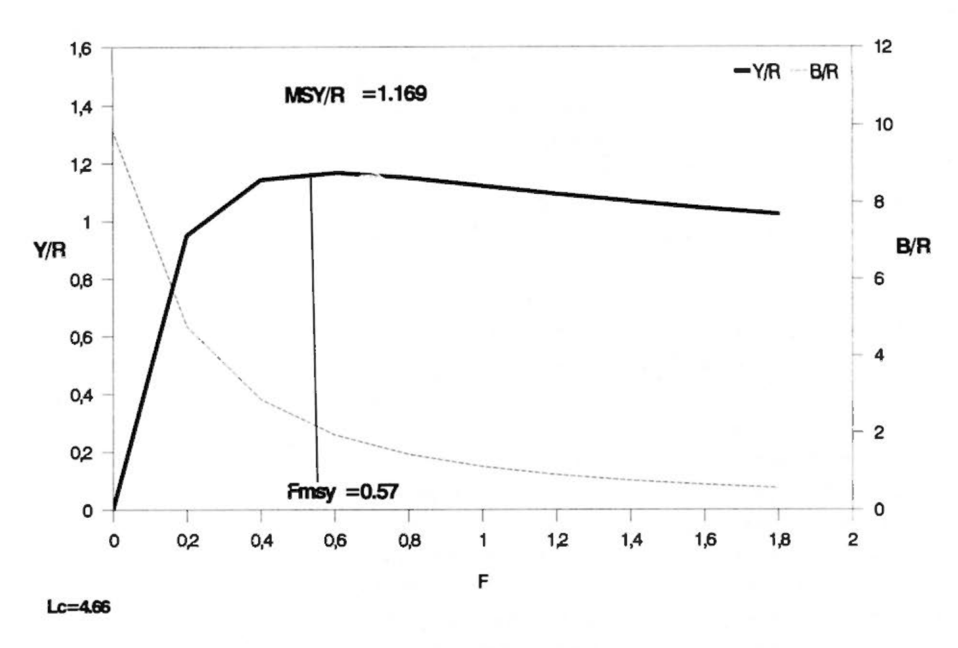


Fig. 9. Rendimiento (Y/R) y Biomasa por recluta (B/R) del género *Chirostoma* en función de la tasa de mortalidad por pesca en 1988-1989.

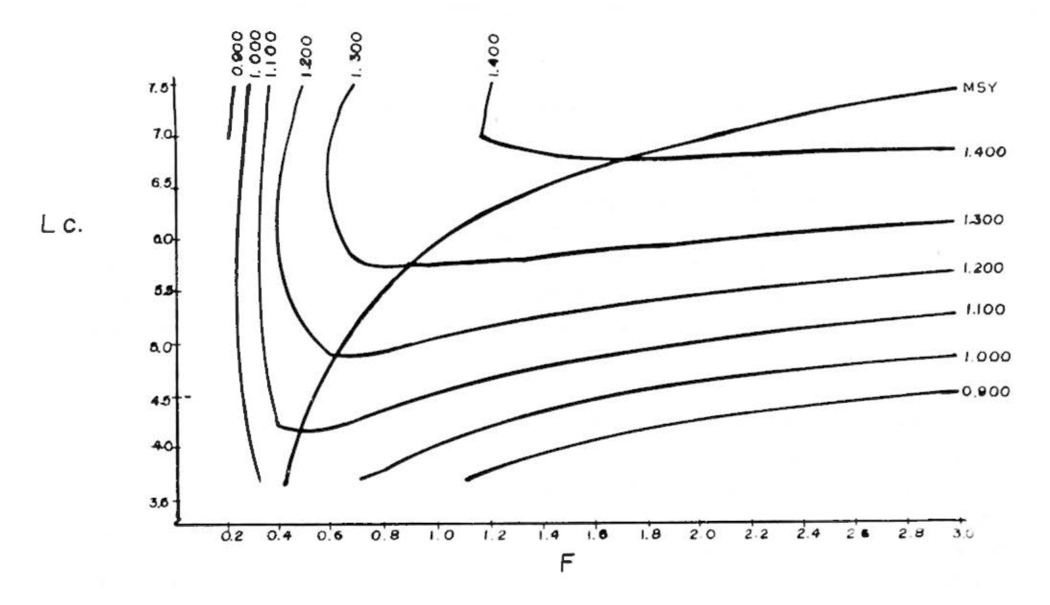


Fig. 10. Rendimiento por recluta (Y/R) con respecto a la talla de primera captura y a la tasa de mortalidad por pesca.

La curva eumétrica señala el esfuerzo de pesca aplicable en cada caso si se desea obtener el rendimiento máximo, o bien, la talla de primera captura que deberá establecerse para obtener un rendimiento óptimo si F se mantiene constante. En esta figura se observa la situación de la pesquería del género *Chirostoma* durante el ciclo anual 1988-1989 (marcada como P en la figura 10), cuando se tenía una talla de primera captura de 4.66 cm y una tasa de mortalidad por pesca de 0.38. Ésta sugiere una posición anterior al máximo rendimiento sostenible, aun y cuando la mortalidad por pesca estuviera subestimada, lo cual es consistente con la interpretación previa de que el recurso se encontraba cercano al RMS. Por lo tanto, podría pensarse que en ese periodo la explotación del recurso no estaba en su punto óptimo y la intensidad de pesca pudo haberse incrementado. Esta situación se refuerza con un diagnóstico que realizó Arreguín Sánchez (1987) para las especies del Lago de Pátzcuaro con base en las estadísticas de captura de 1980 a 1985 mediante relaciones empíricas por la falta de datos; en el que señala que si los registros de captura reflejaran estrictamente las capturas provenientes de las poblaciones naturales de charal, indicarían que la pesquería estaba en franco desarrollo, y en consecuencia existía una subutilización del recurso, que llevaría a la conclusión directa de permitir el incremento de la intensidad de pesca sobre los charales. No obstante, los últimos registros de producción (1990-1991) indican un decremento notable que abre la posibilidad de que actualmente se esté en riesgo de sobre-explotación. Para poder asegurar esto, es necesario disponer de una estimación de tasa de mortalidad por pesca y talla de primera captura actuales que permitan ubicar la posición actual de la pesquería. Desafortunadamente, ninguna de las dos estimaciones se tienen disponibles; sin embargo, por observación directa de las capturas que se extraen del lago con red agallera de alrededor de 1.6 cm de abertura de malla, se puede observar que la talla de primera captura actual para red agallera es alrededor de 6.5 cm. A pesar de que el uso de chinchorro ha sido restringido, la mayor captura de charales se continúa obteniendo con este arte de pesca que produce una alta mortalidad en las tallas pequeñas (3.73-5.45 cm L.P.). Dado que la abertura de malla no ha cambiado significativamente desde que se realizó el muestreo en 1988 hasta 1991, la talla de primera captura actual para red chinchorro podría ser alrededor de 4.66 cm. Considerando lo anterior y con base en la curva eumétrica, puede decirse que la intensidad de pesca debería ser mayor de 0.7 en el caso del chinchorro para que exista sobre-explotación (Fig. 10). Es muy probable que este nivel ya se haya alcanzado, por lo que es recomendable que su uso sea substituido por redes agalleras con una abertura de malla tal que permita fijar la talla de primera captura en 7.5 cm, con lo que se lograría que una mayor proporción de la población desovara antes de ser capturada, asegurando con esto la recuperación de la población. Si por razones socio-políticas no es posible eliminar el chinchorro, se recomienda incrementar su abertura de malla a 2 cm para obtener una talla de primera captura de 7.5 cm según estudio realizado por Rodríguez (1995). Esta medida permitiría obtener un máximo rendimiento

por recluta de 1.4 (g/recluta) si la tasa de mortalidad por pesca se mantiene en un valor de 2.16.

Dada la falta de información por especie y la creciente explotación del recurso, existe suficiente justificación para que las especies del género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro, que desde el punto de vista ecológico forman un grupo funcional y desde el punto de vista pesquero constituyen una sola pesquería, sean analizadas con fines de administración pesquera a nivel de género, y que las medidas administrativas a que sean sometidas se apliquen en principio en forma general. Adicionalmente, las características ecológicas de los charales los acercan a la definición dada por Root (1967) en el sentido de que proporcionan una unidad funcional entre las especies individuales y la comunidad en conjunto. El gremio de charales puede responder a cambios medio-ambientales, incluyendo la presión pesquera, en forma mas predecible que cualquier miembro individual de cada especie. Por otro lado, como el manejo para este grupo funcional puede ser el mismo, la evaluación del recurso en conjunto constituiría una alternativa más atractiva en términos de costo-beneficio que si se consideran a las especies individuales.

De acuerdo a la información obtenida, el estado de la pesquería multiespecífica en el periodo de evaluación pudo haber soportado un incremento en la intensidad de pesca; sin embargo, en la situación actual, podría pensarse que la mortalidad por pesca está subestimada, dado que el esfuerzo pesquero evidentemente se ha incrementado.

La tasa de explotación obtenida (0.475) muestra que la población se encontraba en franco desarrollo, en una posición anterior al Máximo Rendimiento Sostenible, como se demostró con el análisis de rendimiento. No obstante, a pesar de que durante el ciclo anual 1988-1989 no existía una fuerte presión de pesca, se estaba capturando con una malla pequeña (0.7 cm) que incidía en organismos muy pequeños (3.73 - 5.45 cm) como se demostró en el análisis de selectividad, con lo cual no se da oportunidad a una gran parte de la población de realizar su primer desove, lo que puede afectar su recuperación. Esto también se manifiesta en la estimación de la tasa de mortalidad por pesca, por grupo de talla, donde se hace evidente la baja incidencia sobre las tallas mayores, lo que habla de una inadecuada explotación. La utilización de la misma técnica de captura a través de éstos últimos años ha contribuido al decremento de la población.

CONCLUSIONES

La situación en la que se encontraba la pesquería en 1988-1989 de acuerdo al rendimiento por recluta y la tasa de explotación, corresponde a un estado de subexplotación con una posibilidad de incrementar el esfuerzo pesquero. Aunque actualmente la situación es distinta, las evaluaciones efectuadas marcan un punto de referencia de los niveles óptimos de explotación.

A pesar de la existencia de redes agalleras para la pesca de este recurso, el chinchorro sigue siendo la red de preferencia. Se propone la completa substitución de éste por red agallera con una abertura de malla que permita la captura de organismos mayores de 7.5 cm., o bien, incrementar la abertura de malla del chinchorro a 2 cm y mantener la tasa de mortalidad por pesca alrededor de 2.16 a fin de lograr un rendimiento óptimo de 1.419 g/recluta.

AGRADECIMIENTOS

A Araceli Orbe Mendoza directora del Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro, Michoacán, por el apoyo y las facilidades para la realización de este trabajo.

A Patricia Rojas Carrillo, Georgina Mares Báez y Patricia Toledo Díaz por facilitar material biológico para esta investigación. A Froylán León Juárez y Benigno Valentín Francisco por el apoyo brindado en el trabajo de campo. A Francisco Arreguín-Sánchez por sus valiosas observaciones y sugerencias para mejorar el trabajo. Al Instituto Nacional de la Pesca por el financiamiento brindado para llevar a cabo la investigación.

LITERATURA CITADA

ALAYE, R. N. 1988. Taxonomía de especies del género *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro, tallas grandes (Pescado blanco). *In:* SEPESCA (ed.). *Informe de labores 1986-1988 del Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro, Mich.* Instituto Nacional de la Pesca, México, D.F. pp.106-108 .

ANÓNIMO, 1982. Estudio Limnológico-Pesquero realizado en el Lago de Pátzcuaro. *Informe Técnico del 17 al 20 de marzo,* Delegación Federal de Pesca en Michoacán, México. 13 p.

ANÓNIMO, 1988. *Informe de labores 1986-1988 del Centro Regional de Investigación Pesquera de Pátzcuaro, Mich.* Instituto Nacional de la Pesca, México, D.F. 131 p.

ARMIJO, A. & L. SASSO. 1976. Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de Aterínidos (*Chirostoma* spp.) del Lago de Pátzcuaro. *Conferencia Técnica de la FAO sobre Acuicultura,* Kyoto, Japón. 1-7 pp.

ARREGUÍN, S. F. 1987. *Sobre el estado actual de la explotación de los recursos pesqueros del Lago de Pátzcuaro y la Presa Adolfo López Mateos.* Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida. Manuscrito. 12 p.

BAGENAL, T. 1978. *Methods for assessment of fish production in freshwater.* Scientific Publication. Blackwell, London. 365 p.

BARBOUR, C. D. 1973. The systematics and evolution of the Genus *Chirostoma,* Swainson (Pisces:Atherinidae). *Tulane Studies in Zoology and Botany 18*(3):97-143.

BHATTACHARYA, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gausian components. *Biometrics 23* (1): 115-135.

BEVERTON, R. J. & S. J. HOLT. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P. V. Réun. CIEM 140* (1): 67-83.

BEVERTON, R. J. & S. J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G. B.*, Series II, *19*: 1-533.

Csirke, B. J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. *FAO. Doc. Téc. Pesca* (192). 82 pp.

CHACÓN, T., R. PÉREZ & E. MUZQUIZ. 1991. *Sintesís Limnológica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México.* Escuela de Biología, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, México. 48 p.

COCHRAN, W. G. 1977. *Sampling Techniques.* Wiley Interscience, John Wiley & Sons.

CUSHING, D. H. 1981. *Fisheries Biology.* 2nd ed. *A study in population dynamics.* University of Wisconsin Press. 295 p.

DE BUEN, F. 1940a. Pescado blanco, chacuami y charari del Lago de Pátzcuaro. *Trabajos de la estación Limnológica de Pátzcuaro, Mich. 1*:1-24.

DE BUEN, F. 1940b. Huevos, larvas, crías y jóvenes de *Chirostoma* del Lago de Pátzcuaro. *Trabajos de la estación Limnológica de Pátzcuaro, Mich. 3*: 1-14.

DE BUEN, F. 1944. Los lagos michoacanos. II Pátzcuaro. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 5*(1-2):99-125.

DE BUEN, F. 1945. Investigaciones sobre ictiología mexicana. Atherinidae en aguas continentales de México. *Anales Inst. Biol. México 16*(2):475-532.

ERZINI, K. & M. CASTRO. 1989. *Microcomputer application in fisheries.* Inst. Tec. y de Est. Sup. de Monterrey (ITESM), Campus Guaymas. Guaymas, Sonora. México. Manuscrito. 150 p.

FLORES, R. L. 1985. Contribución al conocimiento de la biología de las hembras del charal *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) Pisces: Atherinidae, Emblase Huapango, Estado de México. Tesis Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, D.F. 49 p.

FOGARTY, M.J. 1985. Statistical considerations in the design of trawl surveys. *FAO Fisheries Circular* (786). 21 p.

GARCÍA, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* Inst. de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 77 p.

GAYANILLO, F. C. Jr., M. SORIANO & D. PAULY 1988. *A draft guide to the COMPLEAT ELEFAN. ICLARM Software Project* 2. 65 p.

GRACÍA, A. 1989. Mortalidad natural del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la Sonda de Campeche. *Anales Inst. Cienc. del Mar. y Limnol. Univ. Nac. Autón. México 16*(2):263-272.

GRACIA, A. 1991. Spawning stock-recruitment relationships of white shrimp in the southwestern Gulf of Mexico. *Trans. American Fisheries Society 120*:519-527.

GULLAND, J. A. 1971. *The fish resources of the ocean.* Fishing New Books Ltd., West Byfleet, Surrey. 425 p.

GULLAND, J. A. & S. J. HOLT. 1959. Estimation of growth parameters for data of unequal time intervals. *J. Cons. CIEM 25*(1):47 p.

JONES, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Paper* (256). 118 p.

JONES, R. & N. P. VAN ZALINGE. 1981. Estimates of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. *Kuwait Bull. Mar. Sci. 2*: 273-288.

LEDESMA A. P. C. 1990. Análisis de fases ontogénicas primarias y reconocimiento del híbrido obtenido por fecundación artificial entre *Chirostoma attenuatum* y *Chirostoma*

patzcuaro (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcauro, Mich., México. Tesis Escuela de Biología, *Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Mich.*: 91 p.

MARTÍN DEL CAMPO, R. 1940. Los vertebrados de Pátzcuaro. *Anales Inst. Biol. 11*(2):481-492.

MESTRE, *et al.* 1991. Evaluación de las Técnicas de recuperación de áreas degradadas en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Mich.Grupo de Difusión de la Asociación Mexicana de Profesionales Forestales. *Revista Michoacana Forestal 1*(2):27-35

MORELOS, M. 1987. Contribución al conocimiento de la biología del "charal prieto", *Chirostoma attenuatum*, Meek 1902 (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Mich. 110 p.

MUNRO, S. L. & D. PAULY. 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte ICLARM 1*(1):5-6.

OSEGUERA, F.L. 1990. Caracterización morfológica de estadios embrionarios y juveniles de *Ch. grandocule* Steindachner (1896) y verificación del híbrido *Ch. attenuatum* Meek (1902) del Lago de Pátzcuaro, Mich. Tesis Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Mich. 108 p.

PAULY, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stock. *FAO Fish. Tech. Paper* (234): 52 p.

PAULY, D. 1984. Length converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I). *ICLARM Fishbyte* 1(2):9-13.

PAULY, D. y J. INGLES. 1982. ELEFAN II User's instruction and program listing (Rev. 3). *Mimeo.*0 26 p.

PÉREZ, H. 1987. Contribución al conocimiento de la hibridación natural de entre *Chirostoma estor*, Jordan 1879 vs *Chirostoma grandocule* Steindachner 1894 (Pisces: Atherinidae) en el Lago de Pátzcuaro, Mich., México. Tesis Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Mich. 47 p.

PRAGER, H. M, C. RECKSIEK & S. SAILA. 1987. *BASIC Fishery Biology Programs.* Elsevier Scientific Publishing Co. Bronxville, New York.

RAUDA, J. 1987. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del charal pinto *Chirostoma patzcuaro,* Meek 1902 (Pisces:Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Mich. p.7

RICKER, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.* (191): 382 p.

RIKHTER, V. A. & V. E. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF Res. Doc.* 76/VI/8. 12 p.

ROJAS, P., L. JIMÉNEZ, P. TOLEDO y G. MARES. 1993. Estimación de los parámetros de crecimiento y ciclo de madurez gonádica del charal blanco *Chirostoma grandocule* Steindachner, 1894 (Pisces: Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich. *Ciencia Pesquera* (10): 69-77

ROOT, R. B., 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecol. Monogr. 37*:317-350.

RODRÍGUEZ, C. A. 1995. Análisis de la Selectividad del bolso de la red chinchorro del Lago de Pátzcuaro. Tesis Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Mich.

ROSAS, M. 1976. *Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo.* Sría. de Industria y Comercio, México, D. F. 135 p.

SOLÓRZANO, A. 1961. *Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del Lago de Pátzcuaro (Chirostoma bartoni, Jordan y Evermann, 1896).* Sría. de Industria y Comercio, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, México, D. F. 15 p.

SPARRE, P. 1987. Computer programs for fish stock assessment length-based fish stock assessment for Apple II computers. *FAO Fish. Tech. Paper* (101) Suppl. 2. 218 p.

SPARRE, P., E. URSIN & S. C. Venema. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part. I. Manual. *FAO Fish. Tech. Paper* (306). 337 p.

TÉLLEZ, P. A. 1983. Contribución al conocimiento de la biología de los machos del charal *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) del embalse Huapango, Edo. de México. Tesis Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, D. F. 36 p.

VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol. 10*:181-243.

WALFORD, L. A. 1946. A new graphical methods of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole* 90:141-147.

WAYNE, W.D. 1979. *Bioestadística.* Ed. Limusa, México.

WETHERALL, J. A., J. J. POLOVINA & S. RALSTON. 1987. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. *ICLARM Conf. Proc. 13*: 53-74.